

# OPTICAL WAVEGUIDE TYPE OPTICAL SWITCH AND PRODUCTION OF OPTICAL WAVEGUIDE TYPE OPTICAL SWITCH

Publication number: JP8262504

Publication date: 1996-10-11

Inventor: MIZUNO HIDEKI; YOKOMACHI YUKIHIRO;  
YAMANISHI TORU

Applicant: SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES

Classification:

- international: G02B6/12; G02B6/122; G02F1/313; H04B10/02;  
G02B6/12; G02B6/122; G02F1/29; H04B10/02; (IPC1-  
7): G02F1/313; G02B6/12; G02B6/122; H04B10/02

- european:

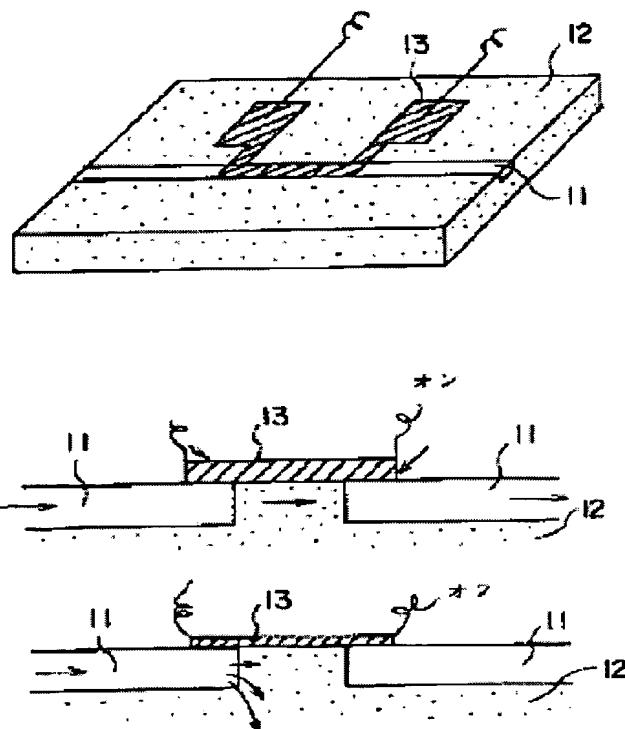
Application number: JP19950068389 19950327

Priority number(s): JP19950068389 19950327

[Report a data error here](#)

## Abstract of JP8262504

**PURPOSE:** To obtain an opto-thermotic switch capable of stably maintaining a switching state having a specified refractive index by using a ferroelectric material exhibiting the structural phase transition based on a temp. change in a waveguide clad part. **CONSTITUTION:** Waveguides are formable by quartz or polymer, etc. The clad part 12 is formable by applying a vinylidene fluoride/trifluoroethylene, copolymer (55:45) by spin coating. Two pieces of the channels are heated under the surfaces by energizing a metallic thin-film heater 13 formed in the upper part of the clad part 12, by which the Curie temp. of the clad member material is exceeded, the refractive index of the clad part 12 is greatly changed and the switch of a cut-off type is formed. The ferroelectric material exhibiting the structural phase transition based on the temp. change is used for the waveguide clad part 12 and is held at a temp. above the specific temp., by which the large change in the refractive index of the structural change according to the phase transition is utilized for switching.



Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-262504

(43) 公開日 平成8年(1996)10月11日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 02 F	1/313		G 02 F 1/313	
G 02 B	6/12		G 02 B 6/12	H
	6/122			D
H 04 B	10/02			N
			H 04 B 9/00	T
				審査請求 未請求 請求項の数 8 O.L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平7-68389

(22) 出願日 平成7年(1995)3月27日

(71) 出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72) 発明者 水野 秀樹

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電  
気工業株式会社横浜製作所内

(72) 発明者 横町 之裕

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電  
気工業株式会社横浜製作所内

(72) 発明者 山西 徹

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電  
気工業株式会社横浜製作所内

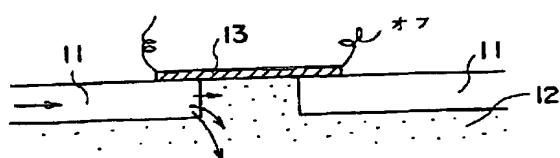
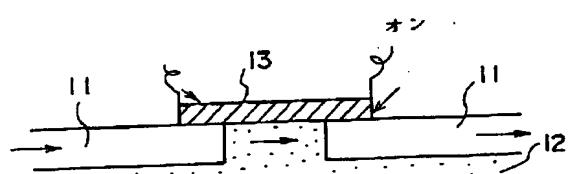
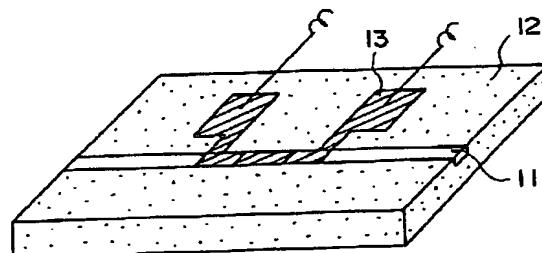
(74) 代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外3名)

(54) 【発明の名称】 光導波路型光スイッチ及び光導波路型光スイッチの製造方法

(57) 【要約】

【目的】 本発明は、光導波路スイッチにおいて、スイッチング状態を保持するためにある特定の温度以上に保持することにより可能とする光熱学スイッチを提供することにある。

【構成】 本発明により、温度変化に基づく構造相転移を示す強誘電体物質を導波路クラッド部に用い、特定の温度以上に保持することにより該相転移に伴う構造変化による大きな屈折率変化をスイッチングに利用可能とするものである。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも1つの導波路と該導波路周囲に配置されたクラッド部とを含み、温度変化に応じ該クラッドおよび／または導波路の少なくとも一部の屈折率を変化させる光導波路型光スイッチであって、該屈折率変化が強誘電体物質によって与えられることを特徴とする光導波路型光スイッチ。

【請求項2】 少なくとも入力用導波路と出力用導波路と、前記クラッド部とを含むオンオフスイッチング部を含む光導波路型光スイッチであって、温度変化に応じ該オンオフスイッチング部のクラッド部の一部の屈折率を変化させ導波路化することを特徴とする請求項1に記載の光導波路型光スイッチ。

【請求項3】 入力用導波路から2以上の出力用導波路を分岐する分岐部と、前記クラッド部とを少なくとも含む分岐スイッチング部を含む光導波路型光スイッチであって、温度変化に応じ該分岐スイッチング部のクラッド部の一部の屈折率を変化させ出力用光導波路を変えることを特徴とする請求項1に記載の光導波路型光スイッチ。

【請求項4】 少なくとも1つの導波路と前記クラッド部とを含む位相変調スイッチング部を含む光導波路型光スイッチであって、温度変化に応じ該位相変調スイッチング部のクラッド部の一部の屈折率を変化させ入射導波光の位相を変調することを特徴とする請求項1に記載の光導波路型光スイッチ。

【請求項5】 入力用導波路と、出力用反射光導波路および透過導波路と、反射層とを含む内部全反射スイッチ部を含み、温度変化に応じ反射層の少なくとも一部の屈折率を変化させる光導波路型光スイッチであって、該反射層が強誘電体物質によって与えられることを特徴とする光導波路型光スイッチ。

【請求項6】 前記強誘電体が、フッ化ビニリデン重合体、フッ化ビニリデン-トリフルオロエチレン共重合体、フッ化ビニリデン-テトラフルオロエチレン共重合体からなる群から選ばれる少なくとも1つを含むことを特徴とする請求項1または5に記載の導波路型光スイッチ。

【請求項7】 前記強誘電体が、ポリフッ化ビニリデン-トリフルオロエチレン共重合体を少なくとも含むことを特徴とする請求項1または5に記載の導波路型光スイッチ。

【請求項8】 前記温度変化が金属薄膜ヒーターによる加熱に基づくことを特徴とする請求項1または5に記載の光導波路型光スイッチ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、光通信システムにおいて、光路を切り替えるための光スイッチに関するものである。

2

## 【0002】

【従来の技術】 近年、光通信システムや光情報システム等の実用化及び機能拡大にともない、信号光の伝送路を任意に高速切替する光スイッチが要望されている。このような光スイッチには低損失、高速切替、高集積化及び高信頼性等の諸特性が要求されており、これらを満足させる導波路型光スイッチが注目されている。

【0003】 導波路型光スイッチには、LiNbO<sub>3</sub>の電気光学効果を利用したものや、半導体のバンドフィーリング効果を利用したもの、石英の熱光学効果を利用したものなどがある (SPIE vol11337, Nonlinear optical properties of organic materials III, 1990)。

【0004】 低損失性の観点から考えると、石英導波路を用いた熱光学スイッチは最も優れたものの一つであることが知られている。

【0005】 このスイッチは、石英の屈折率の温度依存性を利用したものであり、外部から熱を加えることにより、加熱された部分の屈折率が変化してスイッチングを行うものである。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら石英導波路を用いた熱光学スイッチの問題点としてはスイッチング状態を保持するために、屈折率変化領域の温度をある特定の温度幅内に保たなければならないことである。

【0007】 すなわちスイッチング原理として利用している石英の屈折率温度依存性は、温度の変化に伴って連続して屈折率が変化するものであり、従って特定の屈折率を維持するためには、石英の加熱温度を一定に制御する必要がある。

【0008】 さらに導波路の製造によるばらきにより、スイッチングのための温度自体にもばらつきがでてしまうため、制御が難しいという問題もあった。

【0009】 そこで本発明は、上記したようにスイッチング状態を保持するためには屈折率変化領域の温度をある特定の温度に制御しなければならないという問題点を解決し、ある特定の温度以上にさえ保持すれば一定の屈折率を有するスイッチング状態を安定に保持することができる光熱学スイッチを提供することにある。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】 上記問題点を解決するための手段として、本発明者等は、温度変化に基づく構造相転移を示す強誘電体物質を導波路クラッド部に用いることにより、該相転移に伴う構造変化による大きな屈折率変化をスイッチングに利用可能であること、さらに該構造変化による大きな屈折率変化は特定の温度以上にさえ保持すればよく、温度を一定の幅に制御する必要がないことを見いだし本発明を完成するにいたった。

【0011】 より詳しくは、本発明は、少なくとも1つの導波路と該導波路周囲に配置されたクラッドとを含み、温度変化に応じ該クラッドおよび／または導波路の

少なくとも一部の屈折率を変化させる光導波路型光スイッチであって、該屈折率変化が強誘電体物質によって与えられることを特徴とする光導波路型光スイッチに係るものである。

【0012】さらに、本発明は、少なくとも入力用導波路と出力用導波路と、前記クラッド部とを含むオンオフスイッチング部を含む光導波路型光スイッチであって、温度変化に応じ該オンオフスイッチング部のクラッド部の一部の屈折率を変化させ導波路化することを特徴とし、該屈折率変化が強誘電体物質によって与えられることを特徴とする光導波路型光スイッチに係るものである。

【0013】また、本発明は、入力用導波路から2以上10の出力用導波路を分岐する分岐部と、前記クラッド部とを少なくとも含む分岐スイッチング部を含む光導波路型光スイッチであって、温度変化に応じ該分岐スイッチング部のクラッド部の一部の屈折率を変化させ出力用光導波路を変化させることを特徴とし、該屈折率変化が強誘電体物質によって与えられることを特徴とする光導波路型光スイッチに係るものである。

【0014】さらに、本発明は、少なくとも1つの導波路と前記クラッド部とを含む位相変調スイッチング部を含む光導波路型光スイッチであって、温度変化に応じ該位相変調スイッチング部のクラッド部の一部の屈折率を変化させ入射導波光の位相を変調することを特徴とし、該屈折率変化が強誘電体物質によって与えられることを特徴とする光導波路型光スイッチに係るものである。

【0015】また、本発明は、入力用導波路と、出力用反射光導波路および透過導波路と、反射層とを含む内部全反射スイッチ部を含み、温度変化に応じ反射層の少なくとも一部の屈折率を変化させる光導波路型光スイッチであって、該反射層が強誘電体物質によって与えられることを特徴とする光導波路型光スイッチに係るものである。

【0016】また本発明は、前記強誘電体が、フッ化ビニリデン重合体、フッ化ビニリデン-トリフルオロエチレン共重合体、フッ化ビニリデン-テトラフルオロエチレン共重合体からなる群から選ばれる少なくとも1つを含むことを特徴とするものである。

【0017】さらに本発明は、前記強誘電体が、ポリフッ化ビニリデン-トリフルオロエチレン共重合体を少なくとも含むことを特徴とするものを含むものである。

【0018】また本発明は、前記温度変化が金属薄膜ヒーターによる加熱に基づくことを特徴とするものを含むものである。

【0019】以下本発明をより詳しく説明する。

【0020】(導波路) 本発明において、導波路とはその内部を光が伝播する光導波路を意味し、コアまたはコア部という名称でも使用され得る。

【0021】本発明において使用可能な導波路材料とし

ては、特に制限されず、無機材料または有機材料とともに好適に使用可能である。

【0022】無機材料としては石英、有機材料としてはポリマー(例えばポリメチルメタクリレート類)が特に好適に使用可能である。

【0023】本発明においては、導波路の形成方法については特に制限はなく、一般的な半導体加工技術が使用可能である。

【0024】例えば導波路が無機結晶で構成される場合はリフトオフによって形成され、石英系で構成される場合はFHD(火炎堆積法)によって形成され、ガラス系で構成される場合はイオン交換法によって形成される等の方法が好適に使用可能である。

【0025】(強誘電体物質) 本発明において強誘電体物質とは、双極子モーメントが同一方向に向くことによって生じる自発分極が存在し、かつそれが外部電界の極性によって反転する性質を有する物質をいう。強誘電体物質の温度を高くしていくと、ある温度(キュリー温度)で、自発分極が消失し、常誘電体相へ相転移する(キッセル、固体物理学入門、丸善)。

【0026】本発明において使用可能な強誘電体物質としては特に制限されず、導波路部およびクラッド部とも、無機強誘電体物質材料または有機強誘電体物質材料とも好適に使用可能である。

【0027】無機強誘電体物質材料としては、例えばKH<sub>2</sub>Po<sub>4</sub>, KH<sub>2</sub>AsO<sub>4</sub>, BaTiO<sub>3</sub>, KNbO<sub>3</sub>, PbTiO<sub>3</sub>, LiTaO<sub>3</sub>, LiNbO<sub>3</sub>等が好適に使用可能であり、有機強誘電体物質材料としては、例えばトリグリシンサルフェート、トリグリシンセレナイト、フッ素系ポリマー等が好適に使用可能である。

【0028】加工性、コスト等の点からは有機強誘電体物質材料が特に好ましく使用可能である。

【0029】例えば従来からフッ素含有有機重合体が強誘電体であることが知られており、これらは本発明において好適に使用可能である。

【0030】さらにこの強誘電体重合体は、有機モノマーの重合体により形成されておれば特に制限されず、種々のタイプの共重合体が使用可能である。

【0031】さらに、対熱性、機械強度、使用温度等を40調製するために、種々の添加剤を含有することも可能である。

【0032】例えば屈折率調製剤、酸化防止剤、紫外線防止剤等である。

【0033】(温度変化に基づく屈折率変化) さらに本発明において使用可能な強誘電体物質は、屈折率の温度依存性がいわゆる階段状のものである。

【0034】本発明において屈折率の温度依存性が階段状であるとは、強誘電体物質材料を含む材料が特有の温度(キュリー温度附近)で屈折率が大きく階段状(ステップ状)に変化することを意味する。

【0035】すなわち、本発明にかかる屈折率の温度依存性は、従来知られている例えば石英の温度に依存する滑らかな屈折率の変化ではなく、強誘電体物質材料の構造変化に伴う2次相転移に基づくものであり、ある特定の温度（キュリー温度）で、分子内の分極性の置換基の再配向等により屈折率が大きく急激に変化するものと考えられているものである（電子・光機能性高分子、131ページ、吉野編著、講談社サイエンティフィク）。

【0036】またこの構造相転移に伴う屈折率変化は、構造相転移を伴わない屈折率の温度依存性による屈折率変化に比べて約1桁程度大きな値であるのが普通である。

【0037】すなわち、この相転移の温度（キュリー温度）以下（強誘電相）においては、一定の屈折率を示し、キュリー温度以上（常誘電相）では前記屈折率とは大きく異なる一定の屈折率を示すものである。

【0038】さらに再びキュリー温度以下にすると、屈折率も大きく変化し再びもとの値に戻るものである。

【0039】すなわち、キュリー温度よりも高く保持するか、または低く保持するかで屈折率の変化による光熱光学スイッチングが可能となる。

【0040】さらにキュリー温度は、光導波路型光スイッチの使用態様に基づき設定可能である。

【0041】例えば、モノマーまたは共重合モノマーの種類、ポリマーの性質（例えば分子量分布、枝別れの程度、立体規則性等）により設定可能である。

【0042】例えば、フッ化ビニリデンートリフルオロエチレン共重合体において、モノマー比を変化させることにより、電気特性等の種々の物性を変え得ることが知られている（電子・光機能性高分子、131ページ、吉野編著、講談社サイエンティフィク）。

【0043】本発明において好適に使用可能なスイッチとしての強誘電体の屈折率の温度変化については以下のものである。以下キュリー温度をT<sub>c</sub>、キュリー温度より低い温度で強誘電相における屈折率をn<sub>L</sub>と、またキュリー温度より高い温度で常誘電相における屈折率をn<sub>H</sub>とする。

【0044】本発明においては、T<sub>c</sub>より少なくとも10℃低い温度で屈折率がn<sub>L</sub>と実質的に等しく、またはT<sub>c</sub>より10℃高い温度で屈折率がn<sub>H</sub>と実質的に等しくなることが望ましい。

【0045】さらには、T<sub>c</sub>より少なくとも5℃低い温度で屈折率がn<sub>L</sub>と実質的に等しく、またはT<sub>c</sub>より少なくとも5℃高い温度で屈折率がn<sub>H</sub>と実質的に等しいことがより望ましい。

【0046】ここで実質的に等しいとは、実際の屈折率nが、それぞれの相での屈折率n<sub>L</sub>、またはn<sub>H</sub>との差すなわち|n-n<sub>H</sub>|または|n<sub>L</sub>-n|が、|n<sub>L</sub>-n<sub>H</sub>|の少なくとも10%以下であることをが望ましく、さらには5%以下であることがより好ましい。

【0047】本発明においてはまた、好適に使用可能なスイッチとしての強誘電体の屈折率の2つの相における差は、|n<sub>L</sub>-n<sub>H</sub>| $\geq 10^{-4}$ であることが望ましく、さらには|n<sub>L</sub>-n<sub>H</sub>| $\geq 10^{-3}$ であることがより好ましい。特に好ましくは|n<sub>L</sub>-n<sub>H</sub>| $\geq 10^{-2}$ である。

【0048】（クラッド部）本発明において、クラッド部とは、上記の導波路の回りに配置されるものであって、該導波路との屈折率の差でスイッチング等を可能にするものを意味する。

【0049】本発明においては、上記の強誘電体材料をクラッド部として形成するための方法は特に制限されない。

【0050】一般的な加工手段が好適に使用可能であり、例えば無機結晶の場合、結晶自体をクラッドとして用い、コアは金属原子を熱拡散で形成する等が好適に使用可能である。

【0051】特に、有機強誘電体ポリマーを使用する場合においては、有機溶媒に溶解しスピンドルコートする等が好ましく使用可能である。

【0052】例えば、該ポリマーおよび必要な添加物を含む混合物を適当な溶媒に溶解し、光導波路型光スイッチ素子上にスピンドルコートなどの方法により形成することが可能である。

【0053】（オンオフスイッチング部）本発明においてオンオフスイッチング部の態様は、特に制限されない。

【0054】一般的には、入力用導波路と出力用導波路が適当な距離をおいてクラッド部内に設置されており、クラッド部が加熱されない場合は入力用導波路からの光がクラッド部方向に集められ、スイッチはオフの状態となっている。

【0055】さらにクラッド部の一部を加熱しキュリー温度以上となると屈折率が変化してクラッド部が導波路化し、スイッチはオンの状態となるものである。

【0056】（分岐部）本発明においての分岐部の構成は、入力用導波路と、少なくとも2以上の出力用の導波路が相互に近接して設置されているか、または入力用導波路から出力用の導波路が分岐されているかどちらでもよい。

【0057】一般的には、分岐部のクラッド部がキュリー温度以下の場合においては、光はある一方の出力用の導波路を通るが、分岐部のクラッド部がキュリー温度以上に加熱された場合においては、屈折率が変化することにより、他方の出力用導波路に切り替わりスイッチングすることになる。

【0058】（位相変調スイッチング部）本発明においては、位相変調のための構成は特に制限されない。

【0059】一般的には、導波路の一部のクラッド部をキュリー温度以上に加熱することにより、導波路とクラッド部との屈折率の差を変化させることにより変調す

る。

【0060】クラッド部の構成成分を適宜選択し、または、部分的に異なるキュリー温度となるように異なるクラッド部を設けること等により、複数の変調スイッチング部を設けることも可能である。

【0061】(内部全反射スイッチ部) 本発明においては、内部全反射スイッチ部の構成については特に制限されない。

【0062】一般的には、強誘電体を反射層として用い、反射層をキュリー温度以下に保持する場合においては、入射用光導波路と反射層の屈折率の差から、入射した光がすべて反射され、反射出力用導波路を通過することとなる。

【0063】一方反射層をキュリー温度以上に加熱した場合は、反射層の屈折率が大きく変化し、入射用光導波路と反射層の屈折率の差から入射した光がすべて反射層を透過し、透過出力用導波路を通過することとなる。

【0064】(フッ化ビニリデン、フッ化ビニリデン-トリフルオロエチレン共重合体、フッ化ビニリデン-テトラフルオロエチレン共重合体) 本発明にかかる有機強誘電体としての有機ポリマーは、従来より知られているものが好適に使用可能であり特に制限されない。

【0065】フッ化ビニリデンのポリマー、フッ化ビニリデン-トリフルオロエチレン共重合体、フッ化ビニリデン-テトラフルオロエチレン共重合体がよく知られており、本発明においては特に好適に使用可能である。

【0066】本発明においては、これらのポリマーは単体で使用してもよく、他のポリマーとの混合物でもよい。

【0067】本発明においては、上記共重合体のモノマー比は特にキュリー温度を調節する場合に重要である。

【0068】例えば、フッ化ビニリデン-トリフルオロエチレン共重合体の場合は、キュリー温度70~80°Cが好ましいが、このキュリー温度に調製するには、モノマー比として1:1のものが適当である。

【0069】(加熱用金属薄膜ヒーター) 本発明において使用可能な加熱用ヒーターを構成する材料は、導電性材料である限り特に制限されない。

【0070】加工性およびコスト等の点からは、A1(アルミニウム)、Ti(チタン)等が特に好ましく使用可能である。

【0071】加熱用ヒーターの形状は特に制限はされないが、加熱されるクラッド部分をキュリー温度以上に保持できればよい。

【0072】形成方法は、特に制限されない。

【0073】例えば、該ヒーターを形成すべき面に埋め込んでもよい。より具体的にはヒーターの形状を有する凹部を形成し(あるいは該凹部をあらかじめあたえるように、所定の面を形成し)、ヒーターを構成するA1等の導電性材料の全部または一部をこのように形成した凹

部に埋めてもよい。

【0074】(導波路型光スイッチ) 一般的には図5に示すように、適当な基板51(例えばSi)上に下部クラッド部52を形成し、さらに導波路53を形成し、さらにその上に上部クラッド部54を形成し、さらに必要な加熱用金属膜ヒーター55を形成することにより作製可能である。

【0075】以下に、本発明による構造変化を伴う相転移による屈折率の温度変化を用いた導波路型光スイッチのいくつかの可能な態様を以下に示すが、これらは可能な態様を示す例示であって本発明が使用可能な光スイッチの態様がこれらに限られるものではない。

【0076】屈折率分布制御形オノオフ形スイッチが図1に示すように形成可能である。ここで導波路11は石英またはポリマー等により形成され得る。またクラッド部12はフッ化ビニリデン-トリフルオロエチレン共重合体(55:45)をスピンドルコートにより塗付して形成され得る。

【0077】図1に示される2本のチャンネルは、クラッド部を上部に形成した金属薄膜ヒーター13を通電することにより、その表面下が熱せられクラッド部材料のキュリー温度を超えると、クラッド部の屈折率が大きく変化しカットオフ形のスイッチが形成される。

【0078】クラッド部としてフッ化ビニリデン-トリフルオロエチレン共重合体(55:45)を用いた場合は、キュリー温度は約70°Cである。

【0079】また、方向性結合器形スイッチを図6に示すように形成され得る。ここで導波路63は石英またはポリマー等により形成され得る。またクラッド部64はフッ化ビニリデン-トリフルオロエチレン共重合体(55:45)をスピンドルコートにより塗付して形成され得る。導波路の結合部分のクラッド部表面上に金属薄膜ヒーター65を形成する。

【0080】金属薄膜ヒーターを通電することにより結合部分のクラッド部の屈折率が大きく変化し、結合領域における結合定数が変化し、出力路が切り替わる。

【0081】クラッド部としてフッ化ビニリデン-トリフルオロエチレン共重合体(55:45)を用いた場合は、キュリー温度は約70°Cである。

【0082】本発明による屈折率変化を利用した位相制御形スイッチも可能である。

【0083】図3に示されるように分岐緩衝形変調器スイッチにおいて、導波路32は石英またはポリマー等により形成され得る。またクラッド部31はフッ化ビニリデン-トリフルオロエチレン共重合体(55:45)をスピンドルコートにより塗付して形成され得る。

【0084】金属薄膜ヒーター33を通電するとこのヒーターの下のクラッド部の温度がキュリー温度を超えると、屈折率が大きく変化し、導波光の位相変化が得られる。

【0085】クラッド部としてフッ化ビニリデン-トリ

フルオロエチレン共重合体(55:45)を用いた場合は、キュリー温度は約70℃である。

【0086】さらに図4に示されるように、内部全反射形(TIR)のスイッチが形成可能である。

【0087】導波路43は石英またはポリマー等により形成され得る。また2本の導波路の交差部に、入射光を反射または透過させるためにフッ化ビニリデンートリフルオロエチレン共重合体(55:45)の層45を設ける。このフッ化ビニリデンートリフルオロエチレン共重合体(55:45)の層の上記交差部近傍に金属薄膜によるヒーター46を設ける。

【0088】金属薄膜ヒーターを通電すると上記交差部近傍のフッ化ビニリデンートリフルオロエチレン共重合体(55:45)の層を加熱し、キュリー温度を超えると屈折率が大きく変化し、透過する入射光が全反射する。

【0089】フッ化ビニリデンートリフルオロエチレン共重合体(55:45)を反射/透過部として用いた場合は、キュリー温度は約70℃である。

【0090】

【作用】本発明においてクラッド部材料として強誘電体を用いることにより、転移点温度(キュリー温度)で強誘電相から常誘電相への構造変化を伴う2次相転移に基づく階段上の屈折率変化が起こり、転移点温度(キュリー温度)の上下によりスイッチングする光導波路スイッチが可能となる。

【0091】

【実施例】以下、貼付図面を参照し本発明の実施例を詳細に説明する。なお、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【0092】(方向性結合器スイッチ)図6に示される2x2方向性結合器スイッチを作製した。

【0093】単結晶シリコンウエハ61上に下部クラッド層62として石英膜を次の条件に従って、一般的な火炎堆積法により形成した。

【0094】さらに該下部クラッド62表面上に同様に火炎堆積法により、図に示される形状の2本の導波路コア部63を形成した。

【0095】得られたコア部の上表面に、フッ化ビニリデンートリフルオロエチレン共重合体(フッ化ビニリデンモル分率55%)のジメチルフォルムアミド溶液(20%)でスピンドルコートすることにより上部クラッド層64を形成した。この場合に、屈折率調節剤として、フッ素置換PMMA(ポリメチルメタクリレート)をポリマーに対し5%添加した。

【0096】この上部クラッド層の室温(25℃)での屈折率は1.447であった。

【0097】またこのポリマーのキュリー温度は約70℃であった。

【0098】さらにキュリー温度以上の温度(約95

℃)においては、屈折率1.442であった。

【0099】さらに2本の導波路が接近する結合部の上部をカバーする領域にチタン金属の蒸着法により薄膜ヒーター65を形成した(ターゲット:金属チタン、スペッタガス:アルゴン、圧力:2x10<sup>-1</sup>Pa)。

【0100】ヒーターの抵抗値、通電量は、結合部のクラッド部を90~100℃に加熱可能となるように設定した。

【0101】得られた2x2方向性結合器スイッチのヒーターに通電しない場合は、入力ポートから光を入射したところ、光は出力ポートAから出射された。

【0102】一方ヒーターに通電し、上部クラッド層を加熱したところ約0.5秒後に、出力光が出力ポートBに切り替わった。さらにヒーターを通電し加熱を続けても出力には変化しなかった。

【0103】その後ヒーターへの通電を切ったところ約0.5秒後、再び出力ポートから出射した。

【0104】(内部全反射スイッチ)図4に示される内部全反射スイッチを作製した。

【0105】入射用光導波路コアと反射用光導波路を有する基板と、透過用光導波路を有する2つの基板をそれぞれ、結晶シリコンウエハ41上に石英膜を次の条件に従って、火炎堆積法により形成した。

【0106】これらの2つの基板を、フッ化ビニリデンートリフルオロエチレン共重合体(フッ化ビニリデンモル分率55%と屈折率整合剤を含む高分子)の薄膜45をはさみ、入射用光導波路と透過用光導波路が直線になるようにはりあわせた。

【0107】さらに、入射用光導波路、反射用光導波路、および透過用光導波路からなる反射部近傍のフッ化ビニリデンートリフルオロエチレン共重合体薄膜上の領域にチタン金属の蒸着法により薄膜ヒーター46を形成した。

【0108】ヒーターの抵抗値、通電量は、結合部のクラッド部を90~120℃に加熱可能となるように設定した。

【0109】得られた内部全反射型スイッチのヒーターに通電しない場合は、入射用光導波路から光を入射したところ、光は反射用光導波路コアから出射された。

【0110】一方ヒーターに通電し加熱したところ約0.5秒後に、出力光が透過用光導波路からの出力に切り替わった。さらにヒーターを通電し加熱を続けても出力光には変化しなかった。

【0111】その後ヒーターへの通電を切ったところ約0.5秒後、再び反射用光導波路から出射された。

【0112】

【発明の効果】本発明の構成により、温度変化に基づく構造相転移を示す強誘電体物質を導波路クラッド部に用い、特定の温度以上に保持することにより該相転移に伴う構造変化による大きな屈折率変化をスイッチングに利

11

用可能とするものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】オンオフスイッチング部を有する光導波路型光スイッチの構成の一態様を示す図である。

【図2】分岐スイッチング部を有する光導波路型光スイッチの構成の一態様を示す図である。

【図3】位相変調スイッチング部を有する光導波路型光スイッチの構成の二態様(A, B)を示す図である。

【図4】内部全反射スイッチ部を有する光導波路型光ス

12

イッチの構成の一態様を示す図である。

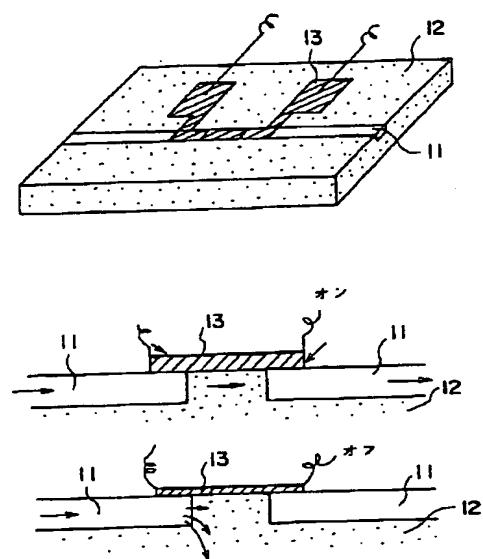
【図5】方向性結合器スイッチを形成する工程を示す図である。

【図6】2x2方向性結合器スイッチを示す図である。

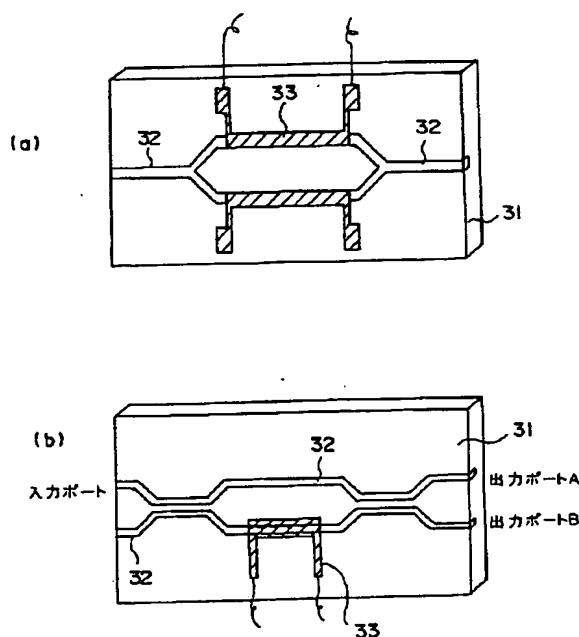
【符号の説明】

1…導波路、2…参照用導波路、4…加熱電極、11…金属薄膜ヒーター、1…クラッド部、2…反射層、4…S1O2、11…下部クラッド層、2…反射層、4…S1O2、11…上部クラッド層。

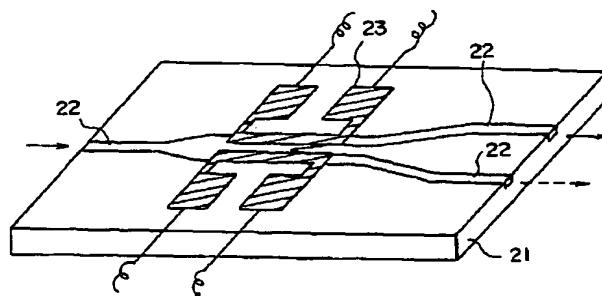
【図1】



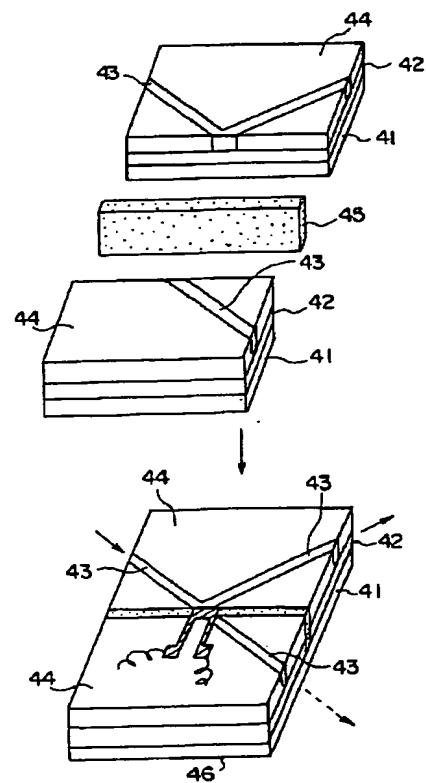
【図3】



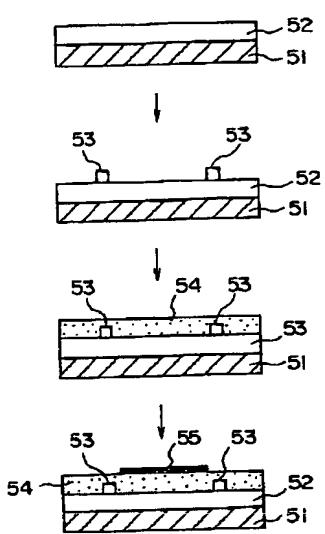
【図2】



【図4】



【図5】



【図6】

